

REMARKS

I. Introduction

In response to the pending Office Action, Applicants have added new claims 52-57 in order to further clarify the subject matter of the present invention. Support for claims 52-57 may be found, for example, in original claims 6-9, 11 and 12. No new matter has been added.

With regard to the reference entitled "High-quality 4H-AlN of 4H-SiC(11-20) substrate by polytype matching", the date of the reference is August 30, 2003. Applicants are submitting a copy of the document which was published in "Extended Abstracts for the 64th Autumn Meeting of the Japan Society of Applied Physics", and which was filed in the IDS of August 18, 2004 and considered by the Examiner in October 2005. Please note the date is on the table of contents and also on the copyright page (6th line from the bottom).

II. Rejection Of Claims 2, 3, 5 and 51 Under 35 U.S.C. § 102

Claims 2, 3, 5 and 51 were rejected under 35 U.S.C. § 102(a) as being anticipated by Onojima et al. (*Appl. Phys. Lett.* Vol. 83 (2003), p. 5208-10).

With regard to the present invention, claim 51 recites a semiconductor device comprising a III-V Nitride semiconductor epitaxial film having 4H-polytype structure formed in contact with a substrate having 4H-type structure, wherein the III-V Nitride semiconductor epitaxial film is a 4H-AlN film.

It is alleged that Onojima explains "that the purpose of the heterostructure is for devices". However, the reference is referring to devices on a nonpolar plane as recited in the 1st and 2nd paragraphs on page 5208 ("the polytype of the AlN epilayer was a 2H structure"; "we have reported growth of AlN on 6H-SiC (1120) substrates"), not to those with 4H-polytype which is

disclosed in the present invention. As such, Onojima fails to disclose a semiconductor device comprising a III-V Nitride semiconductor epitaxial film having 4H-polytype structure.

Anticipation under 35 U.S.C. § 102 requires that each and every element of the claim be disclosed, either expressly or inherently in a prior art reference, *Akzo N.V. v. U.S. Int'l Trade Commission*, 808 F.2d 1471 (Fed. Cir. 1986). Onojima fails to disclose a semiconductor device comprising a III-V Nitride semiconductor epitaxial film having 4H-polytype structure formed in contact with a substrate having 4H-type structure, wherein the III-V Nitride semiconductor epitaxial film is a 4H-AlN film. Therefore, as it is apparent from the foregoing that Onojima fails to anticipate claim 51 of the present invention, Applicants respectfully request that the § 102 rejections of claim 51 be traversed.

III. All Dependent Claims Are Allowable Because The Independent Claim From Which They Depend Is Allowable

Under Federal Circuit guidelines, a dependent claim is nonobvious if the independent claim upon which it depends is allowable because all the limitations of the independent claim are contained in the dependent claims, *Hartness International Inc. v. Simplimatic Engineering Co.*, 819 F.2d at 1100, 1108 (Fed. Cir. 1987). Accordingly, as claim 51 is patentable for the reasons set forth above, it is respectfully submitted that all pending dependent claims are also in condition for allowance.

Furthermore, as claims 52-57 contain the same features that are allowable over the cited prior art as claim 51, Applicants respectfully submit that new claims 52-57 are allowable over the cited prior art.

Application No.: 10/812,416

IV. Conclusion

Having fully responded to all matters raised in the Office Action, Applicants submit that all claims are in condition for allowance, an indication of which is respectfully solicited.

To the extent necessary, a petition for an extension of time under 37 C.F.R. 1.136 is hereby made. Please charge any shortage in fees due in connection with the filing of this paper, including extension of time fees, to Deposit Account 500417 and please credit any excess fees to such deposit account.

Respectfully submitted,

McDERMOTT WILL & EMERY LLP

~~Michael E. Fogarty~~
Registration No. 36,139

**Please recognize our Customer No. 53080
as our correspondence address.**

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
Phone: 202.756.8000 MEF/NDM:kap
Facsimile: 202.756.8087
Date: July 13, 2007

2003年(平成15年)秋季

第64回応用物理学会学術講演会 講演予稿集

Extended Abstracts (The 64th Autumn Meeting, 2003);
The Japan Society of Applied Physics

No. 1

- 1 放射線・プラズマエレクトロニクス
Radiation · Plasma Electronics
- 2 計測・制御
Measurement and Control
- 8 応用物性
Applied Material Physics
- 9 超伝導
Superconductivity
- 13 結晶工学
Science and Technology of Crystals
- 15 応用物理一般
General Applied Physics
- 合同セッションD:「プラズマCVDの基礎と
応用」
Fundamental Science of Plasma CVD and
Its Application
- 合同セッションE:「スピンエレクトロニクスの基礎と
応用」
Spin-electronics : Physics and Applications
- 合同セッションF:「カーボンナノチューブの基礎と
応用」
Physics and Applications of Carbon Nanotubes
- 合同セッションG:「量子情報の基礎と応用」
Fundamentals and Applications of Quantum
Information Technology



期 日：2003年8月30日(土)～9月2日(火)

会 場：福岡大学(七隈キャンパス)

第64回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 (2003年秋 福岡大学) ©

30p-G-9 MOCVD法による Mo/SiO₂/(100)Si 基板上における多結晶 AlN 薄膜の評価(III)

Evaluation of AlN Poly-Crystal Film on Mo/SiO₂/(100)Si Using MOCVD(III)

京北大 道研 ○徳亮 橋, 上原 健誠, 金成 楓, 嶋田 岳, 中瀬 博之, 坪内 和夫
 Tohoku Univ. RIBC C.-M. Yang, K. Uchida, S.-K. Kim, S. Kamada, H. Nakase and K. Tsubouchi
 cmocvd@rice.tohoku.ac.jp

はじめに 高周波無線アクセス可能とする 3GHz帯 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 通信用 RF (Radio Frequency) フィルタへの応用を目的として, FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator) デバイスに着目している。FBAR は SAW (Surface Acoustic Wave) 共振体デバイスなどと比較して小型化・高周波化・低損失化の点で優れ、Si 基板上に製作できることでワンチップ化しやすくなるという利点がある。AlN は高弾性・電気機械結合定数 k^2 が大きく、FBAR 用共振体として適している。膜厚は(0001)面が優先成長かつそのロッピングカーブ半幅(FWHM) (Full Width at Half Maximum)の値が 4° 以下であることが望ましい。前回の報告¹⁾では(0001)面の優先成長と FWHM の低減を主な目的として V/III-キャリアガス依存性の観点から AlN 成長の最適化を行った結果、V/III=25000・H₂雰囲気中で基板温度 1050°C 半幅 2.98° が得られたことを発表した。我々の使用している MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法は、RF 誘導加熱により 1000°C 以上の成長温度を得ている。しかしながら、一定の RF 誘導加熱においても 2 インチ反応室内で基板温度が最大 30°C 程度のばらつきがあるため、局所的には良好な AlN 膜の形成が得られていない。本報告では、RF 電流を制御により、約 1°C ステップで成長温度を調整させ、膜厚との関係を明らかにした。

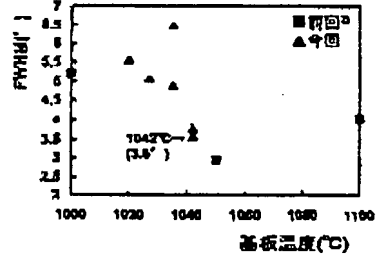


図1 AlN(0002)面の FWHM

実験・考察 MOCVD 法により Mo/SiO₂ 基板上に AlN を成長。XRD (X-Ray Diffraction) で膜厚の評価を行った。AlN の成長条件は V/III=25000・H₂ 雰囲気中で設定して温度を 1020°C-1050°C の範囲で変動させた。反応室(図1)より成長温度 1042°C で FWHM=2.98° が得られた。バラツキはあるものの傾向として 1050°C 付近に最適値があることと、基板温度が 1040°C-1100°C の範囲で半幅が 4° 以下になるのが分かった。

1. Rajan S Naik, et al, IEEE Trans. Ultrason, Ferroelectr, Freq. Contr, vol. 47, pp 292-296, 2000.
2. 中村, 他, 2003 年春季応用物理学会 2003 年 3 月 27 日 27a-V-10

30p-G-10 ポリタイプ整合による 4H-SiC (11-20) 基板上の商品質 4H-AlN

High-quality 4H-AlN on 4H-SiC (11-20) substrate by polytype matching
 京大工・工 1, 科 徳亮 橋がけ²⁾ ○小野島 紀夫¹⁾, 須田 浩^{1,2)}, 木本 恒輔¹⁾, 松原 弘之¹⁾
 Kyoto University¹⁾, PRESTO JST²⁾ ○N. Onojima¹⁾, J. Suda^{1,2)}, T. Kimono¹⁾ and H. Masunami¹⁾
 onojima@semicon.kuse.kyoto-u.ac.jp

はじめに 現在デバイスに用いられている化合物半導体は(0001)面(c面)基板上に成長されているが、ある種のデバイス応用においては c 面以外の表面を持つ結晶成長が期待されている。特に、強い圧電効果が(0001)方向に対して異なる異質性を持つ高品質結晶の成長が、内部電界フリーなデバイスを実現できる。我々は、AlN と化学的親和性の高い SiC の層性(11-20)面(a 面)基板上に AlN の成長を行ったところ、SiC 基盤のポリタイプにより、AlN の結晶性が大きく変化することを発見した。本報告では、6H および 4H-SiC (11-20) 面上に成長した AlN の詳細な結晶構造評価と、AlN 結晶性の相違のモデルについて説明する。

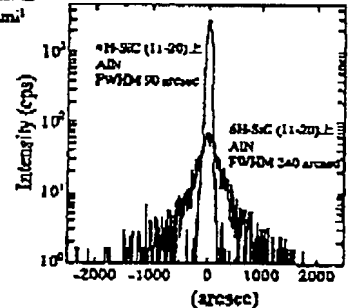


図1 6H および 4H-SiC (11-20) 基板上 AlN 成長層(膜厚 300 nm)の(1-20)面 XRD プロファイル。(X 線入射方向は試料の[1-200]方向に平行)

実験と結果 基板は市販されている 6H および 4H-SiC (11-20) 基板を用いた。結晶成長は金属 Al とプラズマ誘導の活性電源を用いた RHEED 中で、成長温度は 1000°C で行った。RHEED 観察より、AlN 成長層は基板に対してエピタキシャル成長(0001)面(c面)成長であることが明らかになった[1]。6H および 4H-SiC (11-20) 基板上に成長した AlN 成長層(膜厚 300 nm)の(11-20)面 XRD ロッキングカーブ(図1)より、6H-SiC 基盤よりも 4H-SiC 基盤上に成長した AlN 成長層の方が、結晶性が良いことが分かった。RHEED 画像およびラマン散乱のフォールディングモード(図2)から、AlN のポリタイプは 6H-SiC 基盤上では 2H 構造であることを示し、4H-SiC 基盤上では AlN の結晶構造としてこれまで報告のない 4H 構造を示唆する結果が得られた。4H-SiC 上の場合は、基板のテンプレート効果が有効に働き、成長層が基板と同一のポリタイプになったため、膜厚次第などが大幅に低減されて高品質結晶が得られたと考えられる。

謝辞 本研究は文部科学省 COE21 プログラムの援助を受けて実施された。
 ラマン散乱スペクトルの解析において、徳亮 橋、西村 順治、京都工芸繊維大学 准教授 弘徳 俊に感謝いたします。
 [1] N. Onojima et al., Jpn. J. Appl. Phys., 41, L1348 (2002).

30p-G-11 積層電極上に形成した AlN 薄膜の結晶配向性と内部応力に及ぼすガス圧の影響

Influence of Spurring Pressure on Crystal Orientation and Internal Stress of AlN Thin Films Deposited on Laminated Electrode
 宇野 興彦¹⁾, 産業技術総合研究所²⁾ ○長尾 金吾¹⁾, 秋山 守人¹⁾, 丹野 英治¹⁾, 上野 匡広²⁾, 立山 博²⁾, 山田 哲夫¹⁾
 Ute Industries, Ltd.¹⁾, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology²⁾
 OKeigo Nagao¹⁾, Morio Akiyama²⁾, Eiji Marui¹⁾, Naohiro Ueno¹⁾, Hiroshi Tazuyama²⁾, Tetsuo Yamada¹⁾
 29464u@ute-ind.co.jp

はじめに 窒化アルミニウム (AlN) 薄膜は、弾性係数の圧縮率が大きく、比較的大きな圧電性を有するため、メガヘルツ帯の圧電薄膜共振器への応用が期待されている。筆者らは、下部電極として Mo 積層電極 (Mo/Au/Ti) を用いることにより、その結晶配向性が大幅に向上することを報告した[1]。本研究では、積層電極と熱酸化膜上に、ガス圧を変化させて AlN 薄膜を形成し、その結晶配向性と内部応力への影響を調べた。

要旨 AlN 薄膜は、RF マグネトロンスパッタ法により、ガス圧 (Ar+N₂) を 0.5~4.0Pa まで変化させて、上記 2 種類の基板上に形成した。結晶配向性及び内部応力の評価は、それぞれ AlN(002) 面の XRD ロッキングカーブ半幅、及び AlN 成長前の基板の反り量から求めた。

結果 熱酸化膜上に形成した AlN 薄膜はガス圧が 2.0Pa 以下では良好な結晶配向性を示したが、ガス圧が高くなると急激に結晶配向性は低下した。一方、積層電極上では、0.5~4.0Pa の広いガス圧において、FWHM=3deg 程度の良好な結晶配向性を示した。内部応力は、両基板ともにガス圧の低下にもなって圧縮側に増加し、0.5Pa では-30Pa 程度の強い圧縮応力を示した。誤差は、TEM による断面観察や SIMS による組成分析の結果等を交え、これらの原因について考察する。

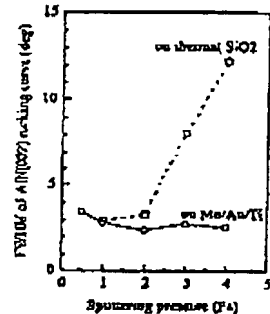


Fig. The FWHM of AlN(002) rocking curve vs. the spurring pressure.

[1] 秋山 他: 第 50 回春季応用物理学会関係連合講演会講演予稿集, 30a-S-3(2003), p. 61

2003年(平成15年)秋季
第64回応用物理学会学術講演会講演予稿集
第1分冊

Extended Abstracts (The 64th Autumn Meeting, 2003);
The Japan Society of Applied Physics

No. 1

2003年8月30日発行

発行所：(社) 応 用 物 理 学 会
〒102-0073 東京都千代田区九段北1-12-3
井門九段北ビル 5階
TEL 03-3238-1044

© 2003 無断転載を禁ず

印刷：トーヨー企画株式会社